ПРИНЦИП ПЕЧАТИ И УСТРОЙСТВО КАРТРИДЖА ЛАЗЕРНОГО ПРИНТЕРА

Евгений Семенов

В статье рассматривается принцип действия и устройство современных лазерных принтеров. Она открывает серию статей, посвященных принципам и проблемам лазерной платы.

Изображение, получаемое с помощью современных лазерных принтеров (а также матричных и струйных), состоит из точек (dots). Чем меньше эти точки и чем чаще они расположены, тем выше качество изображения. Максимальное количество точек, которые принтер может раздельно напечатать на отрезке в 1 дюйм (25,4 мм), называется разрешением и характеризуется в точках на дюйм (dpi – dot per inch). Принтер считается неплохим, если его разрешение составляет 300 dpi (иногда применяют обозначение 300 × 300 dpi, что означает 300 dpi по горизонтали и 300 dpi по вертикали).

Лазерные принтеры менее требовательны к бумаге, чем, например, струйные, а стоимость печати одной страницы текстового документа у них в несколько раз ниже. При этом недорогие модели лазерных и светодиодных монохромных принтеров уже способны конкурировать по цене с высококачественными цветными струйными принтерами.

Большинство представленных на рынке лазерных принтеров предназначены для черно-белой печати; цветные лазерные принтеры весьма дороги и рассчитаны на корпоративных пользователей.

Лазерные принтеры печатают на любой плотной бумаге (от 60 г/м^2) со скоростью от 3 до ... (эта цифра постоянно растет) листов в минуту (ppm – page per minutes), при этом разрешение может быть 1200 dpi и более. Качество текста, напечатанного на лазерном принтере с разрешением 300 dpi, примерно соответствует типографскому. Однако если страница содержит рисунки, содержащие градации серого цвета, то для получения качественного графического изображения потребуется разрешение не ниже 600 dpi. При разрешающей способности принтера 1200 dpi отпечаток получается почти фотографического качества. Если необходимо печатать большое количество документов (например, более 40 листов в день), лазерный принтер представляется единственным разумным выбором, поскольку для современных персональных лазерных принтеров стандартными параметрами являются разрешение 600 dpi и скорость печати 8...12 страниц в минуту.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЛАЗЕРНОГО ПРИНТЕРА

Впервые лазерный принтер был представлен фирмой Hewlett Packard. В нем был использован электрографический принцип создания изображений – такой же, как в копировальных аппаратах. Различие состояло в способе экспонирования: в копировальных аппаратах оно происходит с помощью лампы, а в лазерных принтерах свет лампы заменил луч лазера (рис. 1).

Сердцем лазерного принтера является фотопроводящий цилиндр (Organic Photo Conductor), который часто называют печатающим фотобарабаном или просто барабаном. С его помощью производится перенос изображения на бумагу. Фотобарабан представляет собой металлический цилиндр, покрытый тонкой пленкой фоточувствительного полупроводника. Поверхность такого цилиндра можно снабдить положительным или отрицательным зарядом, который сохраняется до тех пор, пока барабан не освещен. Если какую-либо часть барабана экспонировать, покрытие приобретает проводимость, и заряд стекает с освещенного участка, образуя незаряженную зону. Это – ключевой момент в понимании принципа работы лазерного принтера.

Другой важнейшей частью принтера является лазер и оптико-механическая система зеркал и линз, перемещающая луч лазера по поверхности барабана. Малогабаритный лазер генерирует очень тонкий световой луч. Отражаясь от вращающихся зеркал (обычно четырехгранной или шестигранной формы), этот луч засвечивает поверхность фотобарабана, снимая ее заряд в точке экспонирования.

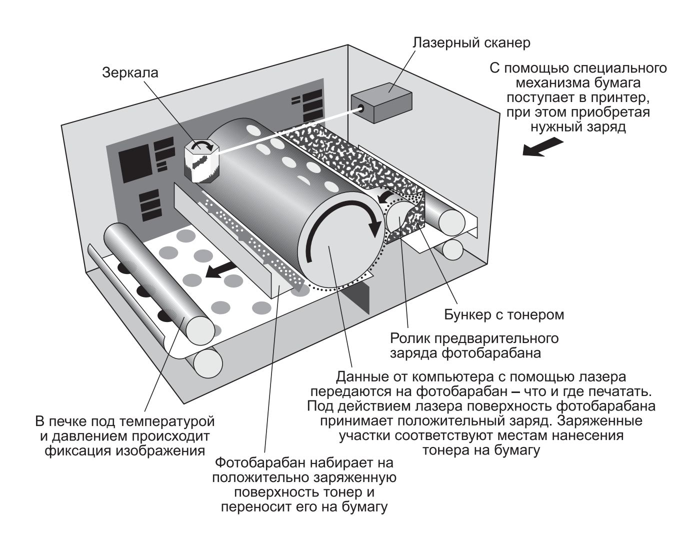


Рис. 1. Устройство лазерного принтера

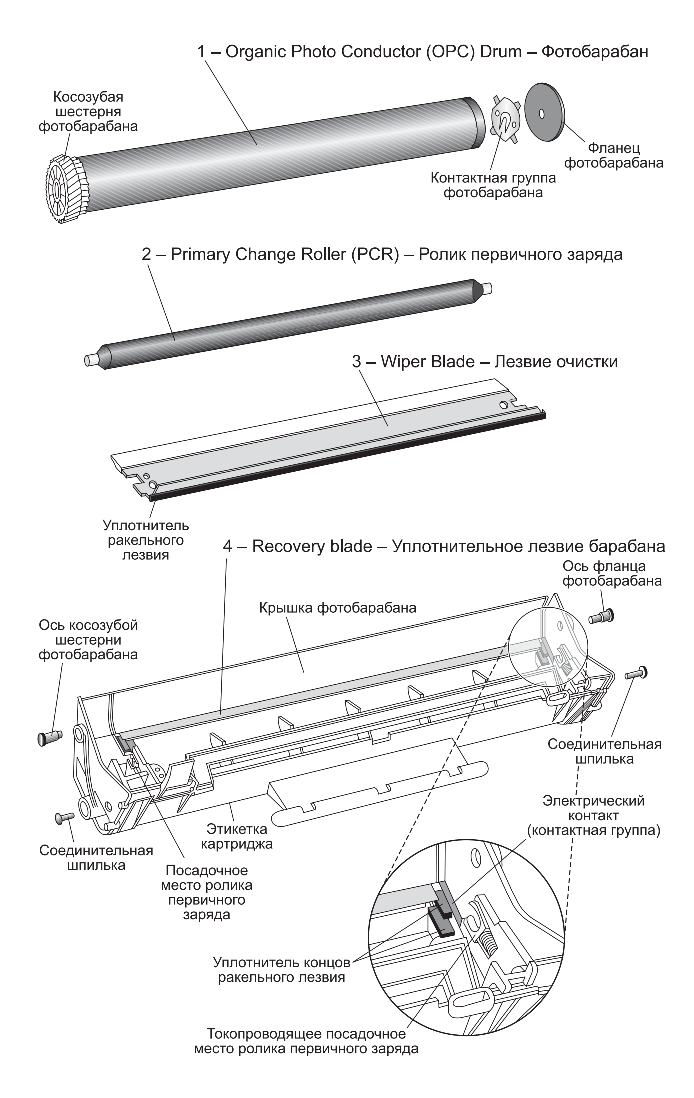


Рис. 2. Основные конструктивные элементы отделения для отработанного тонера

Для получения точечного изображения лазер включается и выключается при помощи управляющего микроконтроллера. Вращающееся зеркало разворачивает луч в виде строки скрытого изображения на поверхности фотобарабана.

После формирования строки специальный шаговый двигатель поворачивает барабан для формирования следующей. Это смещение соответствует разрешающей способности принтера по вертикали и обычно составляет 1/300 или 1/600 дюйма. Процесс образования скрытого изображения на барабане напоминает формирование растра на экране телевизионного монитора.

Используются два основных способа предварительного (первичного) заряда поверхности фотоцилиндра:

- при помощи тонкой проволоки или сетки, называемой «коронирующим проводом». Высокое напряжение, подаваемое на провод, приводит к возникновению светящейся ионизированной области вокруг него, которая называется короной, и придает барабану необходимый статический заряд;
- при помощи предварительно заряженного резинового вала (PCR).

Итак, на барабане сформировано невидимое изображение в виде статически разряженных точек. Что же дальше?

УСТРОЙСТВО КАРТРИДЖА

Перед тем как рассказать о процессе передачи и закрепления изображения на бумаге, рассмотрим устройство картриджа для принтера Laser Jet 5L фирмы Hewlett Packard. В этом типичном картридже можно выделить два основных отделения: отделение для отработанного тонера и тонерный отсек.

Основные конструктивные элементы отделения для отработанного тонера (рис. 2):

1 – Фотобарабан (Organic Photo Conductor (OPC) Drum). Представляет собой алюминиевый цилиндр, покрытый органическим светочувствительным и фотопроводящим материалом (обычно оксидом цинка), который способен сохранять образ, наносимый лазерным лучом;

2 – Вал первичного заряда (Primary Charge Roller (PCR)). Обеспечивает равномерный отрицательный заряд барабана. Выполнен из токопроводящей резиновой или поролоновой основы, нанесенной на металлический вал;

3 – «Вайпер», ракель, чистящее лезвие (Wiper Blade, Cleaning Blade). Очищает барабан от остатков тонера, который не был перенесен на бумагу. Конструктивно выполнен в виде металлического каркаса (stamping) с полиуретановой пластиной (blade) на конце;

4 – Лезвие очистки (Recovery Blade). Перекрывает область между барабаном и бункером для отработанного тонера. Recovery Blade пропускает тонер, оставшийся на барабане, внутрь бункера и не дает ему высыпаться в обратном направлении (из бункера на бумагу).

Основные конструктивные элементы тонерного отсека (см. рис. 3):

1 – Магнитный вал (Magnetic Developer Roller, Mag Roller, Developer Roller). Представляет собой металлическую трубку, внутри которой находится неподвижный магнитный сердечник. К магнитному валу притягивается тонер, который перед подачей на барабан приобретает отрицательный заряд под действием постоянного или переменного напряжения;

2 – «Доктор» (Doctor Blade, Metering Blade). Обеспечивает равномерное распределение тонкого слоя тонера на магнитном вале. Конструктивно выполнен в виде металлического каркаса (stamping) с гибкой пластиной (blade) на конце;

3 – Уплотнительное лезвие магнитного вала (Mag Roller Sealing Blade). Тонкая пластина, аналогичная по функциям Recovery Blade. Перекрывает область между магнитным валом и отсеком подачи тонера. Mag Roller Sealing Blade пропускает тонер, оставшийся на магнитном вале, внутрь отсека, предотвращая утечку тонера в обратном направлении;

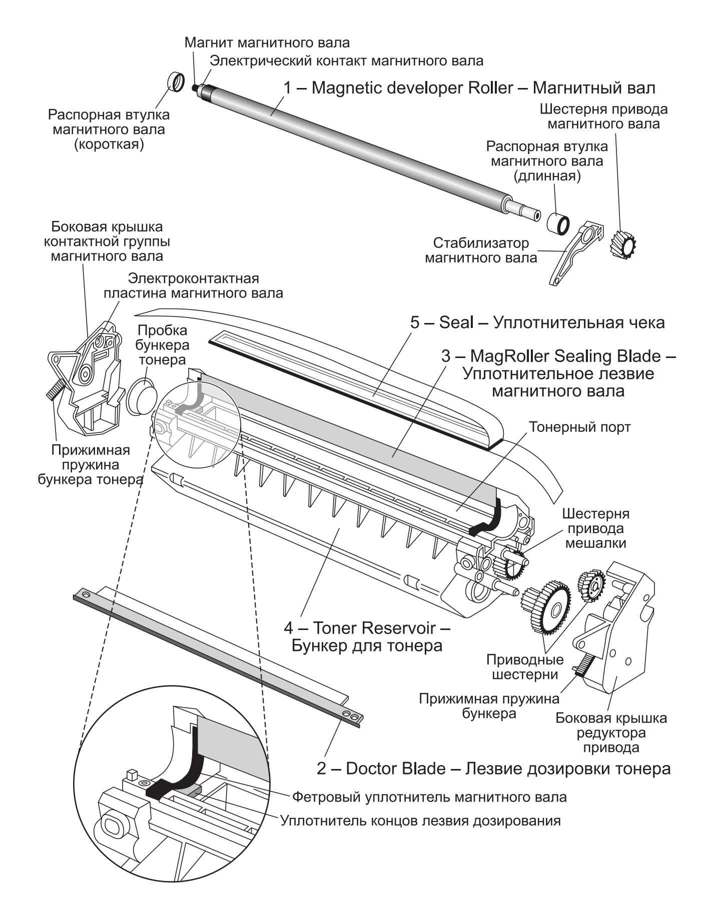


Рис. 4. Картридж в разрезе

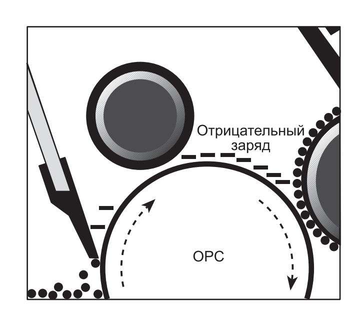


Рис. 3. Основные конструктивные элементы тонерного отсека

Рис. 5. Зарядка барабана

4 – Бункер для тонера (Toner Reservoir). Внутри него находится «рабочий» тонер, который будет перенесен на бумагу в процессе печати. Кроме того, в бункер встроен активатор тонера (Toner Agitator Bar) – проволочная рамка, предназначенная для перемешивания тонера;

5 – Пломба, чека (Seal). В новом (или регенерированном) картридже тонерный бункер запечатан специальной пломбой, которая предотвращает просыпание тонера при транспортировке картриджа. Перед началом эксплуатации эта пломба удаляется.

ПРИНЦИП ЛАЗЕРНОЙ ПЕЧАТИ

На рис. 4 изображен картридж в разрезе. Когда включается принтер, все компоненты картриджа приходят в движение: происходит подготовка картриджа к печати. Этот процесс аналогичен процессу печати, но лазерный луч не включается. Затем движение компонентов картриджа останавливается – принтер переходит в состояние готовности к печати (Ready).

После отправки документа на печать, в картридже лазерного принтера происходят следующие процессы:

Зарядка барабана (рис. 5). Вал первичного заряда (PCR) равномерно передает на поверхность вращающегося барабана отрицательный заряд.

Экспонирование (рис. 6). Отрицательно заряженная поверхность барабана экспонируется лазерным лучом только в тех местах, на которые будет нанесен тонер. Под действием света фоточувствительная поверхность барабана частично теряет отрицательный заряд. Таким образом, лазер экспонирует на барабан скрытое изображение в виде точек с ослабленным отрицательным зарядом.

Нанесение тонера (рис. 7). На этом этапе скрытое изображение на барабане при помощи тонера превращается в видимое изображение, которое будет перенесено на бумагу. Тонер, находящийся около магнитного вала, притягивается к его поверхности под действием поля постоянного магнита, из которого изготовлена сердцевина вала. При вращении магнитного вала тонер проходит сквозь узкую щель, образованную «доктором» и валом. В результате он приобретает отрицательный заряд и прилипает к тем участкам барабана, которые были экспонированы. «Доктор» обеспечивает равномерность нанесения тонера на магнитный вал.

Перенос тонера на бумагу (рис. 8). Продолжая вращаться, барабан с проявленным изображением соприкасается с бумагой. С обратной стороны бумага прижимается к валу Transfer Roller, несущему положитель-

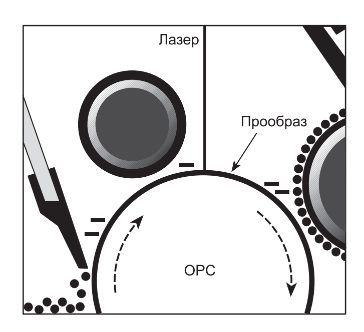


Рис. 6. Экспонирование

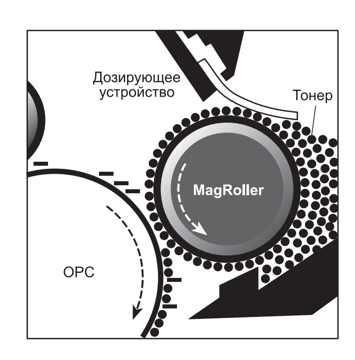


Рис. 7. Нанесение тонера

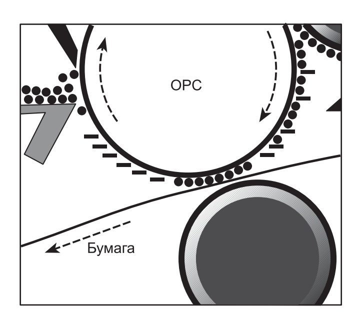


Рис. 8. Перенос тонера на бумагу

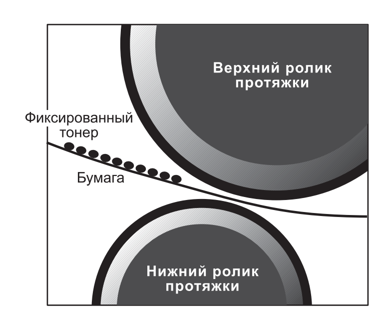


Рис. 9. Закрепление изображения

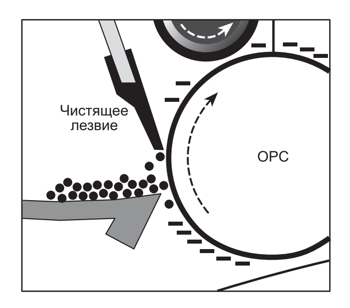


Рис. 10. Очистка барабана

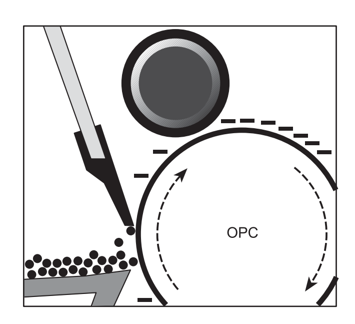


Рис. 11. «Стирание» изображения

ный заряд. В результате отрицательно заряженные частицы тонера притягиваются к бумаге, на которой получается изображение, «насыпанное» тонером.

Закрепление изображения (рис. 9). Лист бумаги с незакрепленным изображением перемещается к механизму закрепления, представляющему собой два соприкасающихся вала, между которыми протягивается бумага. Нижний вал (Lower Pressure Roller) прижимает ее к верхнему валу (Upper Fuser Roller). Верхний вал нагрет, и при соприкосновении с ним частицы тонера расплавляются и закрепляются на бумаге.

Очистка барабана (рис. 10). Некоторое количество тонера не переносится на бумагу и остается на барабане, поэтому его необходимо очистить. Эту функцию выполняет «вайпер». Весь тонер, оставшийся на барабане, счищается вайпером в бункер для отработанного тонера. При этом Recovery Blade закрывает область между барабаном и бункером, не позволяя тонеру просыпаться на бумагу.

«Стирание» изображения (рис. 11). На этом этапе с поверхности барабана «стирается» скрытое изображение, нанесенное лазерным лучом. При помощи вала первичного заряда поверхность фотобарабана равномерно «покрывается» отрицательным зарядом, который восстанавливается в тех местах, где он был частично снят под действием света.